

536,462  
10/536462

(12) NACH DEM VERTRAG FÜR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT IM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

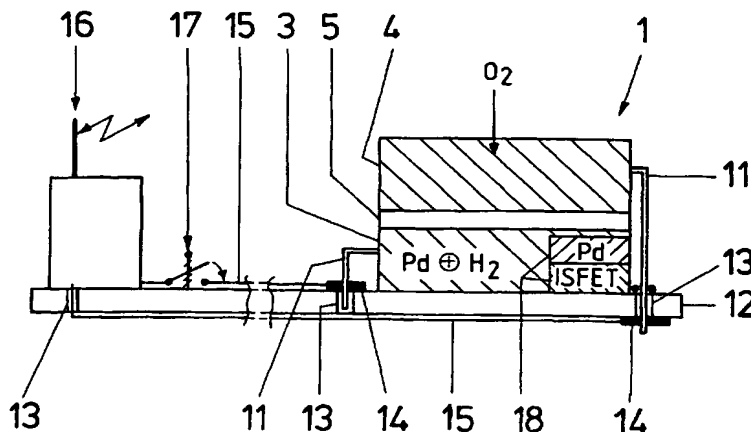
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/051775 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01M 8/02
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013494
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Dezember 2003 (01.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 55 736.5 29. November 2002 (29.11.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): MICRONAS GMBH [DE/DE]; Hans-Bunte-Strasse  
19, 79108 Freiburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEHMANN, Mirko  
[DE/DE]; Runzstr. 71, 79102 Freiburg (DE).
- (74) Anwalt: ROBERT, Göhring; Westphal, Mussnug &  
Partner, Am Riettor 5, 78048 Villingen-Schwenningen  
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF,  
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,  
TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL CELL WITH FUEL SUPPLY DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLE MIT BRENNSTOFF-BEREITSTELLUNGSEINRICHTUNG UND VERFAHREN  
ZUR HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell which comprises a first electrode(3) and a second electrode (4), one of which is configured as the cathode and the other as the anode, and a layer (5), permeable at least to protons, that has a catalytic effect or that additionally comprises a catalytic material in the area between the first electrode (3) and the second electrode (4). The fuel cell further has a fuel supply device for supplying a fuel (H<sub>2</sub>), and a reactant supply device for supplying a reactant (O<sub>2</sub>) which reacts with protons from the fuel (H<sub>2</sub>) to generate a current. The fuel supply device and the reactant supply device are disposed on the first electrode's end or the second electrode's end. The aim of the invention is to provide compact fuel cells having a limited current capacity. This aim is achieved in that the fuel (H<sub>2</sub>) for generating a defined quantity of electricity is integrated into the material of one of the electrodes (3) configured as the fuel supply device (3) and/or into a neighboring layer thereof. Alternatively, the reactant can be correspondingly integrated into a reactant supply device of the above-described type.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle mit einer ersten Elektrode (3) und einer zweiten Elektrode (4), von denen eine als Kathode und die andere als Anode ausgebildet ist, - einer zumindest Protonen durchlassenden Schicht (5) mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich einem katalytischen Material im Bereich zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4), - einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Brennstoffs ( $H_2$ ), und - einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Reaktants ( $O_2$ ), welches zur Stromerzeugung mit Protonen aus dem Brennstoff ( $H_2$ ) reagiert, wobei Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und Reaktant-Bereitstellungseinrichtung auf der Seite der ersten Elektrode bzw. der Seite der zweiten Elektrode angeordnet sind. Um baulich kleine Brennstoffzellen mit einer begrenzten Stromkapazität bereitstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass der Brennstoff ( $H_2$ ) zum Erzeugen einer vorgegebenen Strommenge in dem Material einer der als Brennstoff Bereitstellungseinrichtung (3) ausgebildeten Elektroden (3) und/oder einer dazu benachbarten Schicht integriert ist. Alternativ kann auch das Reaktant entsprechend in eine derartige Reaktant-Bereitstellungseinrichtung eingebracht werden.

## Beschreibung

Brennstoffzelle mit Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und  
Verfahren zur Herstellung

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle mit einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung gemäß den oberbegrifflichen Merkmalen des Patentanspruchs 1, eine Schaltung mit einer derartigen integrierten Brennstoffzelle, eine elektrisch betriebene Vorrichtung mit einer derartigen Brennstoffzelle, ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Brennstoffzelle sowie eine Sensoreinrichtung.

10

Die elektrische Stromversorgung für elektrisch betriebene Vorrichtungen, Schaltungen und dergleichen wird üblicherweise über externe Energiequellen vorgenommen. Externe Energiequellen sind typischerweise Verbindungen zu einem Stromnetz oder in elektrische Vorrichtungen eingesetzte Batterien oder Akkumulatoren.

15

20

Anstelle von Batterien oder Akkumulatoren können auch Brennstoffzellenanordnungen eingesetzt werden. Brennstoffzellen bestehen üblicherweise aus einer ersten und einer zweiten Elektrodenanordnung, von denen eine als Anode und die andere als Kathode dient. Zwischen den beiden Elektrodenanordnungen befindet sich eine Membran-Elektroden-Einheit (MEA) mit katalytischer Eigenschaft, welche als Protonen durchlassende Membran mit katalytischer Beschichtung dient. Weiterhin weist eine derartige Brennstoffzelle eine Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Brennstoffs, typischerweise Wasserstoff, und eine Reaktant-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Reaktants auf. Das Reaktant reagiert zur Stromerzeugung mit Protonen, die aus dem Brennstoff stammen und durch die Membran hindurchgetreten sind.

25

30

35

- Aus US 6,312,846 B1 ist eine Brennstoffzelle bekannt, die auf einem Halbleiter-Wafer ausgebildet ist, wobei in den Wafer Kanäle als Leiter für den Brennstoff bzw. das Reaktant und zwischen den Kanälen eine Protonen austauschen lassende Membran ausgebildet ist. Nachteilhaft bei solchen Anordnungen ist, dass zusätzlich ein getrenntes Reservoir für den Brennstoff bereitzustellen ist, welches an den Brennstoff leitenden Kanal angeschlossen ist.
- 10 Aus US 6,326,097 B1 ist eine Anordnung bekannt, welche zum Nachladen der Akkumulatoren von beispielsweise einem Mobilfunkgerät ausgebildet ist. Im wesentlichen besteht diese Anordnung aus einer Halterung mit einem elektrischen Anschluss für das mit Strom zu versorgende Gerät, einer
- 15 Brennstoffzellenanordnung zum Erzeugen des bereitzustellenden Stroms sowie einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen des Brennstoffs zu der Brennstoffzellenanordnung. Die Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung besteht dabei aus einer Aufnahme für Wasserstoff-Speicherkartuschen, welche
- 20 nach dem Verbrauch des Brennstoffs ausgetauscht werden können. Derartige Anordnungen sind baulich aufwendig und sinnvoll für die Erzeugung einer größeren Strommenge, wie sie beispielsweise für Mobilfunkgeräte benötigt wird.
- 25 Allgemein bekannt sind aus US 6,160,278 und WO 01/69228 A2 auch Wasserstoff-Sensoren, welche als Halbleiterbauelemente ausgebildet sind. Als für Wasserstoff sensitives Material wird dabei Palladium (Pd) als Elektrodenmaterial verwendet.
- 30 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Brennstoffzelle mit einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und/oder Reaktant-Bereitstellungseinrichtung bereit zu stellen, welche einen einfachen Aufbau aufweist und zur Abgabe einer
- 35 bestimmten oder mindest erforderlichen Strommenge ausgelegt ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Brennstoffzelle mit einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung gemäß der Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Brennstoffzelle mit den Merkmalen gemäß

- 5 Patentanspruch 13 gelöst. Vorteilhafterweise kann eine solche Brennstoffzelle integrierter Bestandteil einer Schaltung und/oder elektrisch betriebenen Vorrichtung gemäß den Merkmalen der Ansprüche 6 bzw. 8 sein.
- 10 Ausgegangen wird von einer Brennstoffzelle mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, von denen eine als Kathode und die andere als Anode ausgebildet ist, einer zumindest Protonen durchlassenden Schicht mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich einem katalytischen Material im
- 15 Bereich zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode, einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Brennstoffs, und einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Reaktants, welches zur Stromerzeugung mit Protonen aus dem Brennstoff
- 20 reagiert, wobei Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und Reaktant-Bereitstellungseinrichtung auf der Seite der ersten Elektrode bzw. der Seite der zweiten Elektrode angeordnet sind.
- 25 Dabei als Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung für eine Brennstoffzelle eine in der Brennstoffzelle integrierte Schicht zu verwenden, in welcher der Brennstoff bereits eingearbeitet ist, bietet den Vorteil, dass keine separaten Brennstoffzuführungskanäle und dergleichen bereitgestellt
- 30 werden müssen. Dies vereinfacht den Aufbau erheblich.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird eine Brennstoffzelle mit einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 14 bereitgestellt.

35

Vorteilhafterweise werden auch Sensoreinrichtungen mit den Merkmalen des Patentanspruchs 25 bereitgestellt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand abhängiger Ansprüche.

- 5   Zweckmäßigerweise besteht die Brennstoff-  
Bereitstellungseinrichtung aus einem mit dem Brennstoff  
kontaktierten Material, welches bei Bedarf den Brennstoff  
oder aus diesem erzeugte Protonen abgibt. Als Basismaterial  
für eine solche Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung dient  
10   vorzugsweise Palladium aufgrund seiner guten Wasserstoff-  
Sensibilität, wobei Wasserstoff als der derzeit übliche  
Brennstoff für Brennstoffzellen verwendet wird.

- 15   Als Reaktant dient vorzugsweise Sauerstoff, welcher aus der  
Umgebungsluft zugeführt werden kann. Die Reaktant-  
Zuführungseinrichtung ist somit im einfachsten Fall ein Kanal  
oder eine offene Oberfläche, welche mit dem Außenraum  
kommuniziert.

- 20   Besonders vorteilhaft ist der Einsatz einer Steuereinrichtung  
für die Aktivierung der Brennstoffzelle bzw. einer Einheit  
aus mehreren solcher gekoppelter Brennstoffzellen. Eine  
solche Steuereinrichtung kann einerseits ein Schalter sein,  
welcher einen Stromkreis zwischen den beiden Elektroden der  
25   Brennstoffzelle schließt. Andererseits kann in besonders  
bevorzugter Ausführungsform eine Brennstoffzelle  
bereitgestellt werden, bei der die Reaktant-  
Bereitstellungseinrichtung aus einem Raum besteht, welcher  
kein Reaktant aufweist, also z.B. gegenüber der Umgebungsluft  
30   evakuiert ist. Die Steuereinrichtung kann dann beispielsweise  
aus einem Fenster zu diesem evakuierten Raum bestehen,  
welches durchstoßen werden kann, um den Zutritt von  
Umgebungsluft und somit Sauerstoff als Reaktant zu der  
Brennstoffzelle bzw. deren entsprechender Reaktionsfläche zu  
35   ermöglichen.

Die Steuereinrichtung kann beispielsweise ein Steuerelement wie den Schalter oder die zu durchstoßende Abtrennung aufweisen, um damit einen Alarm auszulösen. Derart aufgebaute Alarmeinrichtungen können vielfältig verwendet werden, insbesondere zum Signalisieren eines Einbruchs oder zum Signalisieren eines Notfalls bei einer bedürftigen Person. Die Alarmsignale können dabei auf übliche Art und Weise gegeben werden, insbesondere durch Lichtsignale, durch akustische Signale oder durch Funkübertragung zu einer Notfall-Leitzentrale. In letzterem Fall ist insbesondere neben dem Aussenden des eigentlichen Notsignals auch die Übertragung persönlicher Daten des Absenders und vorzugsweise einer über z.B. GPS (Global Position System) ermittelten momentanen Position zweckmäßig.

Möglich ist auch der Einsatz derartiger Brennstoffzellen als Energiespeicher zum Nachladen von elektrisch betriebenen Schaltungen oder Vorrichtungen, welche nur einen minimalen Stromverbrauch aufweisen, so dass der Anschluss einer Batterie oder dass Bereitstellen eines Brennstoff-Reservoirs baulich eingespart werden kann.

Vorteilhafterweise kann eine derartige Brennstoffzelle mit Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung direkt in einer Schaltung integriert werden. Ein vorteilhafter Einsatzbereich wären dabei CMOS-Schaltungen. Vorteilhaft ist auch der Einsatz in entsprechenden elektrisch betriebenen Vorrichtungen anstelle des Einsatzes einer Batterie. Eine solche elektrisch betriebene Vorrichtung kann beispielsweise eine Alarmanlage sein, bei der nach dem einmaligen oder mehrmaligen Aktivieren eines Alarms die Brennstoffzelle ausgetauscht wird.

Vorteilhaft ist insbesondere ein modularer Aufbau, welcher den Austausch als Modul nach einem ein- oder mehrmaligen Gebrauch ermöglicht. Ein solches Modul kann nur aus einer Brennstoffzelle mit der Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung

bestehen, kann aber beispielsweise auch aus einer Schaltung mit integrierter Brennstoffzelle bestehen. Vorteilhafterweise weist ein solches Modul Anschlussmittel auf, beispielsweise Stecker, welche in entsprechende Buchsen einer Schaltung oder  
5 einer elektrisch betriebenen Vorrichtung einsetzbar sind.

Vorteilhaft ist auch der Anschluss eines Brennstoff-Sensors, insbesondere Wasserstoff-Sensors bei einer derartigen Brennstoffzelle, wobei der Brennstoff-Sensor in Kontakt mit  
10 der den Brennstoff enthaltenden Schicht steht. Bei abnehmendem Brennstoffgehalt kann über den Brennstoff-Sensor ein Warnsignal ausgegeben werden, welches anzeigt, dass die Brennstoffzelle auszutauschen ist.

15 Durch das Koppeln mehrerer solcher Brennstoffzellen ist es je nach der Wahl einer Parallel- oder einer Reihenschaltung möglich, die verfügbare Strommenge und/oder die Spannung zu erhöhen. Dabei können vorteilhafterweise mehrere Brennstoffzellen auf einer Chipfläche angeordnet sein, wobei  
20 diese über einer gemeinsame Polyleitung parallel geschaltet sind.

Da es sich bei solchen Zellen um Bauelemente aus einfachen und reinen Werkstoffen handelt, sind diese Brennstoffzellen  
25 auch einfach zu recyceln.

Vorstehende Vorteile ergeben sich entsprechend auch für den Fall einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung. Idealerweise kann eine derartige Brennstoffzelle auch sowohl eine  
30 Brennstoff- als auch eine Reaktant-Bereitstellungseinrichtung aufweisen.

Als Brennstoff wird vorzugsweise Wasserstoff und als Reaktant Sauerstoff betrachtet. Jedoch sind auch beliebige andere Brennstoffe und entsprechende Reaktanten einsetzbar.

35 Insbesondere sind die Begriffe Brennstoff und Reaktant weit auszulegen, wobei letztendlich z.B. auch der Sauerstoff als



Brennstoff und der Wasserstoff als zugeordnetes Reaktant anzusehen sind.

Möglich sind auch Ausführungsformen, bei denen sowohl der Brennstoff als auch das Reaktant in den Elektroden oder in den Elektroden benachbarten Materialien bereitgestellt werden.

Ausführungsbeispiele werden nachfolgen anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Brennstoffzelle mit Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung auf einem Träger in einfacher Ausführungsform;

Fig. 2 eine Brennstoffzelle in bevorzugter Ausführungsform in Verbindung mit einer Schaltung,

Fig. 3 eine weitere Schaltungsanordnung mit einer Brennstoffzelle und einer Schaltung in einem Reaktant-freien Raum,

Fig. 4 eine alternative Ausführungsform mit alternativem Elektrodenaufbau und

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform mit noch anderem Elektrodenaufbau und einer Verschaltung als Sensor.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht eine Brennstoffzelle im wesentlichen aus einer ersten Elektrode 3 und einer zweiten Elektrode 4 bzw. entsprechenden Elektrodenanordnungen. Die beiden Elektroden 3, 4 sind zumindest durch eine Protonen durchlassende Schicht 5 in Form vorzugsweise einer katalytischen Membran ausgebildet. Die Elektroden 3, 4 sind als Anode bzw. Kathode ausgebildet und weisen elektrische Anschlüsse 8 auf. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist

die erste Elektrode 3 direkt auf einem Träger 2 angeordnet, so dass eine direkte Verbindung zu einem entsprechend leitfähigen Bereich des Trägers 2 erfolgen kann. Für den Anschluss der zweiten Elektrode 4 wird beispielsweise eine Kontaktierung 8 in Form einer Leiterbahn ausgebildet, die von der zweiten Elektrode 4 aus zu der Oberfläche des Trägers 2 führt. Der Träger 2 besteht in besonders bevorzugter Ausführungsform oberseitig, dass heißt der Brennstoffzelle 1 zugewandt, aus einem Polysilizium 6 mit entsprechender Strukturierung bzw. Ausbildung entsprechend dotierter Bereiche. Das Polysilizium 6 bildet eine Übergangsschicht zu einer darunter angeordneten integrierten Schaltung 7 (IC), welche mit Strom aus der Brennstoffzelle 1 zu versorgen ist.

Wie für Brennstoffzellen üblich, tritt von der Seite der ersten Elektrode 3 aus Brennstoff heran, welcher vorzugsweise aus Wasserstoff  $H_2$  besteht. Der Brennstoff reagiert mit der katalytischen Schicht 5 oder entsprechenden Elementen in dem Material der ersten Elektrode 3 derart, dass Wasserstoffionen, dass heißt Protonen, freigegeben werden. Diese Protonen treten durch die Protonen durchlassende Schicht 5 in Richtung der zweiten Elektrode 4 hindurch. Im Bereich der zweiten Elektrode 4 reagieren die Protonen mit einem in diesen Bereich herangeführten Reaktant, vorzugsweise Sauerstoff  $O_2$ . Über die elektrischen Leiter 8 entsteht bei zwischen diesen geschlossenem Stromkreis ein entsprechender Stromfluss.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, kann das Reaktant  $O_2$  von der Umgebung aus direkt an die frei zugängliche zweite Elektrode 4 gelangen, so dass mit Blick auf das Reaktant ein Betrieb in jedem Raum mit Sauerstoff-haltiger Luft möglich ist. Bei der dargestellten Ausführungsform besteht die zweite Elektrode 4 aus einer Diffusionsschicht, die den Ein- und Durchtritt des Reaktants  $O_2$  ermöglicht.

Die Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung besteht vorteilhafterweise direkt aus der ersten Elektrode 3 und/oder einer dieser benachbarten weiteren Schicht selber. Diese erste Elektrode 3 bzw. die weitere Schicht enthält

5 Brennstoff, dass heißt vorzugsweise Wasserstoff  $H_2$ . Bei Bedarf wird dieser Brennstoff aus dem Material der ersten Elektrode 3 bzw. weiteren Schicht vergleichbar abgegeben, wie das ansonsten aus entsprechenden Brennstoff-Zufuhrkanälen von Brennstoffzellen gemäß dem Stand der Technik bekannt ist.

10 Zwar erscheint auf den ersten Blick eine derartige Anordnung nachteilhaft, da nur eine begrenzte Menge Brennstoff zur Verfügung steht, jedoch überwiegt bei insbesondere Vorrichtungen mit einem nur sehr geringen und möglicherweise  
15 nur einmaligen Strombedarf der bauliche Vorteil durch die geringe Dimensionierbarkeit, da keine zusätzlichen Brennstoff-Zufuhrkanäle und separaten Brennstoff-Reservoirs erforderlich sind.

20 Besonders einfach ist die Herstellung einer solchen Brennstoffzelle mit der Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung integriert in ein Halbleiter-Herstellungsverfahren, beispielsweise in einen CMOS-Prozess (CMOS: complementary  
25 symmetry metal-oxide semiconductor transistor / Complementär-Feldeffekttransistor mit Metall-Oxide-Halbleiter-Aufbau).

Dabei wird bei der Herstellung der Schicht zur Ausbildung der ersten Elektrode 3 oder der weiteren dazu benachbarten

Schicht ein mit dem Brennstoff beaufschlagtes Material auf eine Trägerschicht aufgebraucht. Besonders vorteilhaft ist

30 die Kombination von kontaktiertem Palladium (Pd), welches während oder nach dem Abscheidungsprozess mit Wasserstoff beaufschlagt wird. Danach werden die Membran bzw. die Protonen durchlassende Schicht 5 und weitere für eine Brennstoffzelle notwendige Materialien und Schichten  
35 aufgebracht.

Beispielsweise kann eine erste Elektrode 3 aus einer Palladium-Schicht mit einer Fläche von  $1 \text{ mm}^2$  mit einer Mächtigkeit von  $1 \text{ }\mu\text{m}$  während des Herstellungsprozesses mit Wasserstoff gesättigt werden. Bevorzugtes Ziel bei einer solchen Anordnung ist es, mit diesem Wasserstoff auszukommen, also nicht irgendwelche zusätzliche Zufuhreinrichtungen für Wasserstoff oder entsprechende Energieträger vorzusehen. Die Sauerstoffzufuhr erfolgt vorteilhafterweise über die Umgebungsluft. Durch ein einmaliges Beaufschlagen von Wasserstoff kann bei dem beschriebenen Beispiel gemäß ersten Berechnungen ein zehn Sekunden andauernder Stromfluss mit einer Stromstärke von  $1 \text{ }\mu\text{A}$  erzeugt werden. Einfache Halbleiterschaltungen bzw. Chip können auf diese Art und Weise mit einer integrierten Stromquelle versehen werden, um beispielsweise eine Alarmanlage auszubilden.

Ein Einsatz ist somit für vorzugsweise in Notfällen zu bedienenden Schaltungen und Vorrichtungen besonders vorteilhaft. Eine dafür beispielhafte Anordnung ist Fig. 2 zu entnehmen.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist nicht nur die vorstehend beschriebene integrierte Anordnung einer Brennstoffzelle 1 mit einem Träger 2 möglich, sondern auch eine modulare Anordnung einer Brennstoffzelle 1, welche auf einen Träger 12 austauschbar aufgesteckt werden kann. Im wesentlichen besteht die Brennstoffzelle 1 dabei wieder aus dem vorstehend beschriebenen Aufbau, weshalb auf vergleichbare Bauelemente nicht nochmals eingegangen wird.

30

Zum Anschluss der ersten und zweiten Elektrode 3, 4 dienen wiederum elektrische Leiter, welche beim dargestellten Ausführungsbeispiel in bevorzugter Weise seitlich an den Elektroden 3, 4 angeordnet und als Kontaktstifte 11 ausgebildet sind. Diese Kontaktstifte 11 führen nach unten hin in Richtung des als Platine ausgebildeten Trägers 12 und durch Kontaktstift-Aufnahmen bzw. Bohrungen 13 in diesem

35

hinein bzw. durch diesen Träger 12 hindurch. Im Bereich der Bohrungen 13 sind jeweils Kontakte 14 bereitgestellt, welche einen Kontakt zwischen entsprechenden elektrischen Leitern 15 auf dem bzw. in dem Träger 12 und den Kontaktstiften 11 herstellen. Die Bohrungen 13 und/oder die Kontakte 14 sind dabei derart dimensioniert und/oder vom Material her beschaffen, dass sie den Kontaktstiften 11 einen ausreichenden Halt bieten, so dass die Brennstoffzelle 1 über die Kontaktstifte 11 lösbar aber ausreichend fest auf dem Träger 12 angeordnet werden kann.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel dient die Brennstoffzelle 1 zur Stromversorgung einer Schaltung 16, welche ebenfalls auf dem Träger 12 angeordnet ist. Die Schaltung 16 wird dabei über die beiden elektrischen Leiter 15 mit Strom versorgt. Einer der beiden Leiter 15 führt dabei durch eine Schalteinrichtung 17 hindurch, die als einfacher Tastschalter ausgebildet sein kann. Möglich ist als Schalter aber auch jegliche andere Form von Schalteinrichtungen, insbesondere Lichtsensor-Schalteinrichtungen, auf akustische Signale reagierende Schalteinrichtungen, Bewegungsmelder und dergleichen. Nach dem Aktivieren der Schalteinrichtung 17 wird der Stromkreis geschlossen und zur Versorgung der Schaltung 16 der elektrochemische Prozess in der Brennstoffzelle aktiviert. Wasserstoff  $H_2$ , der sich in dem Material der ersten Elektrode 3 oder einer dazu benachbarten Schicht befindet, wird aufgespalten und Protonen treten durch die Protonen durchlassende Schicht 5 zu der zweiten Elektrode 4, wo eine Reaktion mit Sauerstoff  $O_2$  aus der Umgebungsluft stattfindet, wobei Strom erzeugt wird.

Ist die Schaltung 16 beispielsweise eine Alarmanlage, so kann durch das Aktivieren der Schalteinrichtung 17 ein Alarm ausgelöst werden, beispielsweise durch das Abgeben eines Warntones, eines Lichtsignals oder das Aussenden eines elektromagnetischen Signals über eine Funkschnittstelle oder

eine leitungsgebundene Schnittstelle zu einem Empfänger in beispielsweise einer Notfallzentrale.

Ein solches Signal kann dabei vorzugsweise neben der  
5 Warninformation auch eine codierte Information über den  
Sender bzw. dessen Träger oder Installationsort sowie bei  
Verwendung als mitgeführter Warneinrichtung vorzugsweise auch  
eine Ortsangabe übertragen. Aktuelle momentane  
Ortsinformationen können beispielsweise durch eine Kopplung  
10 mit einem GPS-Empfänger beschafft werden.

Alternativ zu der Befestigung der Brennstoffzelle 1 am Träger  
12 über die Kontaktstifte 11 können auch zusätzliche oder  
andere Befestigungselemente bereit gestellt werden. Möglich  
15 ist insbesondere auch die Befestigung der Brennstoffzelle 1  
auf Biosensoren und dergleichen.

Vorteilhafterweise weist die Anordnung auch einen  
Brennstoffsensor 18 auf, vorzugsweise einen  
20 Wasserstoffsensor, um den Gehalt bzw. Restgehalt an  
Brennstoff in der ersten Elektrode 3 bzw. einer dazu  
benachbarten Schicht oder beiden zu bestimmen. Ein solcher  
Brennstoffsensor 18 besteht beispielsweise aus einem ISFET  
(Ion-selective Field Effect Transistor) mit aufgesetzter  
25 Palladiumschicht Pd oder einem Palladium-Widerstand. Dieser  
Brennstoffzellensensor 18 wird mit entsprechenden Leitern an  
weitere Schaltungskomponenten angeschlossen, die zur  
Signalisierung eines Brennstoffmangels dienen, so dass die  
Brennstoffzelle bei Bedarf ausgetauscht werden kann.

30 Anstelle eines solchen Brennstoffzellensensor 18 oder  
zusätzlich dazu kann aber auch eine Schaltung zur Erfassung  
des verbleibenden Brennstoffs verwendet werden, welche eine  
Messung des Widerstandes der Brennstoff-  
35 Bereitstellungseinrichtung durchführt und den Messwert mit  
Sollwerten oder mit solchen früheren derartiger Testmessungen  
vergleicht.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Figur 3 dargestellt. Baulich gleiche oder gleichwertige Elemente werden unter Verweis auf die vorstehenden Ausführungsbeispiele wiederum nicht wiederholt benannt. Im wesentlichen weist das Ausführungsbeispiel einen Träger 12 auf, auf den eine Brennstoffzelle 1 mit einer ersten Brennstoff enthaltenden Elektrode 3, einer Protonen durchlassenden Schicht 5 und einer zweiten Elektrode 4 aufgesetzt sind. Von der Brennstoffzelle 1 aus führen elektrische Leiter 8, 15 zu einer ebenfalls auf dem Träger 12 angeordneten Schaltung 16. Diese kann beispielsweise wieder eine Alarmanlage, ein Sensor, eine Speichereinrichtung oder dergleichen sein. Im Gegensatz zum zweiten Ausführungsbeispiel ist bei dieser Anordnung keine übliche Schalteinrichtung bereitgestellt, welche im Normalzustand zumindest einen der beiden elektrischen Leiter 15 unterbricht. Anstelle dessen befindet sich die gesamte Anordnung in einem Gehäuse 20, dessen Innenraum frei von dem für eine Stromerzeugung erforderlichen Reaktant ist. Beim üblichen Beispiel würde sich innerhalb des Gehäuses 20 kein Sauerstoff befinden. Um die Stromerzeugung zu aktivieren, befindet sich in einer der Wandungen des Gehäuses 20 ein im Normalbetrieb verschlossener Bereich, welcher als Schalteinrichtung 27 dient. Durch das Öffnen dieses geschlossenen Bereichs, vorzugsweise einer durchstossbaren Folie oder eines zu öffnenden Ventils, tritt Umgebungsluft und somit Sauerstoff in den Innenraum des Gehäuses 20. Dies führt zu einer Aktivierung des elektrochemischen Prozesses und somit zu einem Stromfluss durch die Schaltung 16. Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform wird der Innenraum des Gehäuses 20 evakuiert, so dass beim Öffnen der Schalteinrichtung 27 schlagartig oder bei Verwendung des steuerbaren Ventils gesteuert Umgebungsluft in den zuvor evakuierten Innenraum des Gehäuses 20 eintritt. Dadurch kann die Aktivierung der Stromerzeugung beschleunigt werden.

In einfachster Ausführungsform kann die Schalteinrichtung 27 aber auch nur aus einem abnehmbaren Gehäuse oder einer abziehbaren Folie bestehen, die um die gesamte Anordnung oder auch nur um die zweite Elektrode 4 bzw. den Bereich, in dem das Reaktant mit den Protonen reagieren kann, ausgebildet sein.

Fig. 4 veranschaulicht eine alternative Elektrodenanordnung. Anstelle einer einstückigen Elektrode 4 aus einer Diffusionsschicht besteht die Elektrode mehrteilig aus einer Diffusionsschicht 4\* und einer eigentlichen Elektrodenabdeckung 4\*\*. Die Elektrodenabdeckung 4\*\* besteht aus einem massiven, elektrisch leitenden Material und dient zum Zu- bzw. Abführen von Strom. Die Diffusionsschicht 4\* lässt das Reaktant O<sub>2</sub> von der Seite oder entsprechenden Öffnungen in der Elektrodenabdeckung 4\*\* her eintreten.

Fig. 5 veranschaulicht eine weitere Elektrodenanordnung. Die gesamte Elektrode 4° besteht aus einem elektrisch gut leitfähigen Material, welches jedoch den Durchtritt des Reaktant O<sub>2</sub> nicht oder nur unzureichend zulässt. Zum Zuführen des Reaktanten O<sub>2</sub> zu der Membran-Elektroden-Einheit 5 (MEA) mit katalytischer Eigenschaft dienen Reaktant-Kanäle 4°° oder sonstige Durchtrittspassagen in der Elektrode. Die Reaktant-Kanäle 4°° sind vorzugsweise der Membran-Elektroden-Einheit 5 benachbart ausgebildet.

Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen sind nur die für die prinzipielle Funktionsweise relevanten Bauelemente skizziert. Weitere für die Funktion erforderliche Bauelemente sind gemäß dem Wissen des Fachmanns einzusetzen. Beispielsweise kann eine gegenüber dem Reaktant isolierende Beschichtung um den unteren Brennstoffzellenbereich ausgebildet werden, so dass ein seitlicher Zutritt des Reaktants aus der Umgebungsluft an die erste Elektrode 3 vermieden werden kann.



Während vorstehend Ausführungsbeispiele mit einer den Brennstoff bereitstellenden Schicht beschrieben sind, kann in entsprechender Art und Weise zusätzlich oder alternativ eine das Reaktant bereitstellende Schicht ausgebildet werden, wobei dann der Brennstoff von außen zugeführt wird.

Im wesentlichen ist dafür dann der Aufbau wie vorstehend beschrieben. Anstelle den Brennstoff, vorliegend Wasserstoff  $H_2$  in eine Schicht einzubringen, wird dann das Reaktant, vorliegend insbesondere Sauerstoff  $O_2$  in eine Schicht eingebracht. Zweckmäßigerweise wird der Reaktionsbereich und ein eventuell vorhandener Bereich mit einer Brennstoff enthaltenden Schicht derart abgeschirmt, dass von der Außenseite her kein anderes Reaktant eindringen und den Strom erzeugenden Prozess auslösen kann.

Entsprechend wird für den Betrieb dann von Außen her der Brennstoff zugeführt. Bei einer kombinierten Lösung mit einer Brennstoff und einer das Reaktant zuführenden Schicht wird eine entsprechende Schalteinrichtung bereitgestellt, nach deren Betätigung die elektro-chemische Reaktion beginnt und Strom bereitstellt.

Vorteilhafterweise kann eine derartige Brennstoffzelle auch als Sensor eingesetzt werden, um eine verfügbare Menge des Reaktants in der Umgebung zu bestimmen. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, wird dazu z.B. mit einer Messeinrichtung 30 die Stromstärke des von der Brennstoffzelle erzeugten Stroms gemessen, welche in direktem Verhältnis zu der Menge des Reaktants steht, welches aus der Umgebung in die Brennstoffzelle gelangt.

Sensoren können somit zur Bestimmung einer Menge eines Reaktants in der Umgebung der Brennstoffzelle verwendet werden, indem Strommenge oder Spannung des erzeugten Stroms bestimmt und angezeigt oder ausgewertet werden.

Ein solcher Sensor kann nicht nur zur Anzeige einer bestimmten Umgebungsbedingung verwendet werden. Natürlich kann als Reaktant auch Wasserstoff angesehen werden, wobei dann die Funktion des Brennstoffs von Sauerstoff übernommen wird.

Beispielsweise kann der Sensor auch als Warneinrichtung verwendet werden, um z.B. vor kohlenstoffhaltigen Gasen zu warnen, die in dieser Umgebung üblicherweise nicht auftreten oder aus Sicherheitsgründen nicht auftreten dürfen. Bei derartigen Warneinrichtungen ist die Verwendung der beschriebenen Schichten mit integriertem Brennstoff oder Reaktant besonders vorteilhaft einsetzbar. Im Regelfall wird z.B. nur im Notfall bei einem Gasleck eine Alarmauslösung erforderlich. Derartige Warneinrichtungen mit einer externen Brennstoffzufuhr auszustatten wäre daher unwirtschaftlich. Ein solcher Sensor mit dem integrierten Reaktant oder Brennstoff für eine begrenzte Betriebszeit ist somit besonders in Bereichen vorteilhaft einsetzbar, in denen nur selten oder im Regelfall nie Strom bzw. der Brennstoff benötigt wird.

Vorteilhaft sind solche Sensoren aber auch in Verbindung mit einer externen Brennstoff- oder Reaktant-Zuführungseinrichtung einsetzbar. Einem Sensor, dem über eine nachfüllbare oder austauschbare Gaspatrone oder über eine fest installierte Leitung der Brennstoff bzw. das Reaktant kontinuierlich zugeführt wird, kann sehr vorteilhaft zum messen von entsprechend dem Reaktant bzw. dem Brennstoff in der Umgebung eingesetzt werden. Durch diese Zuführungseinrichtung kann einerseits ein dauerhafter Betrieb als Sensor ermöglicht werden. Andererseits kann auch sichergestellt werden, dass die Zufuhr des Brennstoffs oder Reaktants so kontinuierlich erfolgt, dass Schwankungen vermieden werden und aus Schwankungen der gemessenen Stromstärke oder Spannung direkt ohne eine zweite variable Größe auf die Intensität des Reaktants bzw. Brennstoffs in

der Umgebung geschlossen werden kann.

## Patentansprüche

1. Brennstoffzelle mit
  - einer ersten Elektrode (3) und einer zweiten Elektrode (4),
  - 5 von denen eine als Kathode und die andere als Anode ausgebildet ist,
  - einer zumindest Protonen durchlassenden Schicht (5) mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich einem katalytischen Material im Bereich zwischen der ersten Elektrode (3) und der
  - 10 zweiten Elektrode (4),
  - einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Brennstoffs ( $H_2$ ), und
  - einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Reaktants ( $O_2$ ), welches zur Stromerzeugung mit Protonen
  - 15 aus dem Brennstoff ( $H_2$ ) reagiert, wobei Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und Reaktant-Bereitstellungseinrichtung auf der Seite der ersten Elektrode bzw. der Seite der zweiten Elektrode angeordnet sind, dadurch **g e k e n n z e i c h n e t** , dass
  - 20 - der Brennstoff ( $H_2$ ) in dem Material einer der als Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung (3) ausgebildeten Elektroden (3) und/oder einer dazu benachbarten Schicht integriert ist.
- 25 2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, bei der die Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung (3) aus einem kontaktierten Material besteht, welches mit dem Brennstoff beaufschlagt ist.
- 30 3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung (3) Palladium (Pd) enthält.
- 35 4. Brennstoffzelle nach einem vorstehenden Anspruch, bei der als Brennstoff Wasserstoff ( $H_2$ ) in der Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung (3) integriert ist.

5. Brennstoffzelle nach einem vorstehenden Anspruch, bei der die Reaktant-Zuführungseinrichtung zum Zuführen des Reaktants ( $O_2$ ) aus dem zumindest die zweite Elektrode oder dem den Reaktionsbereich umgebenden Raum besteht.

5

6. Elektrische Schaltung (7; 16) mit einer Brennstoffzelle (1), die eine Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung (3) nach einem der vorstehenden Ansprüche aufweist.

10

7. Elektrische Schaltung nach Anspruch 6, ausgebildet als CMOS-Schaltung.

8. Elektrisch betriebene Vorrichtung mit  
- einer Steuereinrichtung (17; 27) zum Steuern eines Stromflusses oder einer Energiezufuhr und  
- einer integrierten Stromquelle,  
dadurch **g e k e n n z e i c h n e t**, das die Stromquelle als eine Brennstoffzelle mit einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung gemäß einem vorstehenden Anspruch ausgebildet ist.

15

20

9. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche mit einer Steuereinrichtung (17; 27) zum Aktivieren der elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle (1) oder zum Schließen des Stromkreises über die Elektroden (3, 4) der Brennstoffzelle (1).

25

10. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Steuereinrichtung (27) aus einer verschlossenen Verschlusseinrichtung besteht, wobei der Raum zum dem Reaktionsbereich des Reaktants ( $O_2$ ) kein Reaktant aufweist und wobei durch das Öffnen der Verschlusseinrichtung (27) Reaktant vom Außenraum zu dem Reaktionsbereich tritt.

30

35

11. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene Vorrichtung nach einem vorstehenden Anspruch, wobei zumindest die Brennstoffzelle als austauschbares Modul ausgebildet ist.

5

12. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene Vorrichtung nach einem vorstehenden Anspruch mit einem Brennstoff-Sensor (18), welcher bei der Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung (3) und/oder bei dem

10 Reaktionsbereich zwischen Protonen und Reaktant zum Bestimmen einer verfügbaren oder vorhandenen Brennstoffmenge angeordnet ist.

13. Verfahren zum Herstellen einer Brennstoffzelle, bei dem eine erste Elektrode (3), eine zweite Elektrode (4) und eine diese trennende Protonen durchlassende Schicht (5) mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich zur Schicht (5) ein katalytisches Material zwischen den Elektroden (3, 4) ausgebildet wird,

20 dadurch **g e k e n n z e i c h n e t**, dass eine Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung einstückig mit einer der Elektroden (3) oder als dazu benachbarte Schicht ausgebildet wird, wobei das Material der Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung bei deren Herstellung oder  
25 anschließend mit Brennstoff beaufschlagt wird.

14. Brennstoffzelle, insbesondere nach einem vorstehenden Anspruch, mit

- einer ersten Elektrode (3) und einer zweiten Elektrode (4),  
30 von denen eine als Kathode und die andere als Anode ausgebildet ist,

- einer zumindest Protonen durchlassenden Schicht (5) mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich einem katalytischen Material im Bereich zwischen der ersten Elektrode (3) und der  
35 zweiten Elektrode (4),

- einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Brennstoffs ( $H_2$ ), und

- einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Reaktants ( $O_2$ ), welches zur Stromerzeugung mit Protonen aus dem Brennstoff ( $H_2$ ) reagiert, wobei Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und Reaktant-Bereitstellungseinrichtung auf der Seite der ersten Elektrode bzw. der Seite der zweiten Elektrode angeordnet sind, dadurch **g e k e n n z e i c h n e t**, dass
- 5 - das Reaktant ( $O_2$ ) zum Erzeugen einer vorgegebenen Strommenge in dem Material einer der als Reaktant-Bereitstellungseinrichtung (3) ausgebildeten Elektroden und/oder einer dazu benachbarten Schicht integriert ist
- 10 - und die Brennstoffzelle derart ausgebildet ist, dass Reaktant nur von dieser Reaktant-Bereitstellungseinrichtung ausgehend mit dem Brennstoff reagieren kann.
- 15 15. Brennstoffzelle nach Anspruch 14, bei der die Reaktant-Bereitstellungseinrichtung (3) aus einem kontaktierten Material besteht, welches mit dem Reaktant beaufschlagt ist.
- 20 16. Brennstoffzelle nach Anspruch 14 oder 15, bei dem als Reaktant Sauerstoff ( $O_2$ ) in der Reaktant-Bereitstellungseinrichtung (3) integriert ist.
- 25 17. Elektrische Schaltung (7; 16), insbesondere CMOS-Schaltung, mit einer Brennstoffzelle (1), die eine Reaktant-Bereitstellungseinrichtung (3) nach einem der Ansprüche 14 - 16 aufweist.
- 30 18. Elektrisch betriebene Vorrichtung mit
- einer Steuereinrichtung (17; 27) zum Steuern eines Stromflusses oder einer Energiezufuhr und
- einer integrierten Stromquelle,
- 35 dadurch **g e k e n n z e i c h n e t**, das die Stromquelle als eine Brennstoffzelle mit einer Reaktant-

Bereitstellungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 - 17 ausgebildet ist.

19. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene  
5 Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 - 18 mit  
einer Steuereinrichtung (17; 27) zum Aktivieren der  
elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle (1) oder  
zum Schließen des Stromkreises über die Elektroden (3, 4) der  
Brennstoffzelle (1).
- 10 20. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene  
Vorrichtung nach Anspruch 19, bei der  
die Steuereinrichtung (27) aus einer verschlossenen  
Verschlusseinrichtung besteht, wobei der Raum zum dem  
15 Reaktionsbereich des Brennstoffs mit dem Reaktant ( $O_2$ ) keinen  
Brennstoff aufweist und wobei durch das Öffnen der  
Verschlusseinrichtung (27) Brennstoff vom Außenraum zu dem  
Reaktionsbereich tritt.
- 20 21. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene  
Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 - 20, wobei  
zumindest die Brennstoffzelle als austauschbares Modul  
ausgebildet ist.
- 25 22. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene  
Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 - 21, mit  
einem Reaktant-Sensor (18), welcher bei der Reaktant-  
Bereitstellungseinrichtung (3) und/oder bei dem  
Reaktionsbereich zwischen Protonen und Reaktant zum Bestimmen  
30 einer verfügbaren oder vorhandenen Reaktantmenge angeordnet  
ist.
- 35 23. Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene  
Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 12 oder 14 - 22 mit  
einer Schaltungsanordnung zum Messen des Widerstands der  
Brennstoff- oder Reaktant-Bereitstellungseinrichtung (3) zum



Bestimmen der verbleibenden Menge des Brennstoffs bzw. Reaktants.

24. Verfahren zum Herstellen einer Brennstoffzelle, bei dem  
5 eine erste Elektrode (3), eine zweite Elektrode (4) und eine diese trennende Protonen durchlassende Schicht (5) mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich zur Schicht (5) ein katalytisches Material zwischen den Elektroden (3, 4) ausgebildet wird,  
10 dadurch **g e k e n n z e i c h n e t**, dass eine Reaktant-Bereitstellungseinrichtung einstückig mit einer der Elektroden (3) oder als dazu benachbarte Schicht ausgebildet wird, wobei das Material der Reaktant-Bereitstellungseinrichtung bei deren Herstellung oder  
15 anschließend mit Reaktant beaufschlagt wird.
25. Sensor zum Bestimmen der Menge eines Brennstoffs oder Reaktants in der Sensorumgebung mit  
- einer Brennstoffzelle (1°), insbesondere einer  
20 Brennstoffzelle nach einem vorstehenden Anspruch, und  
- einer Messeinrichtung (30) zum Bestimmen der durch die Brennstoffzelle erzeugten Stromstärke oder Spannung als Messgröße für den Brennstoff bzw. Reaktanten (O<sub>2</sub>).

1/3  
FIG 1

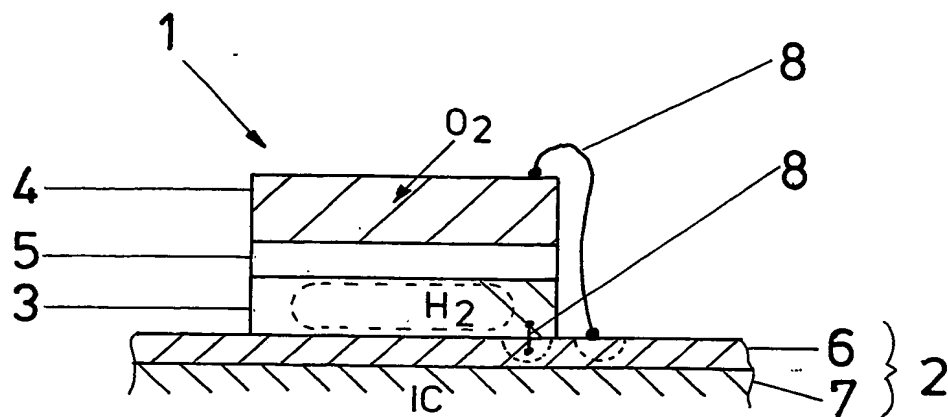


FIG 2

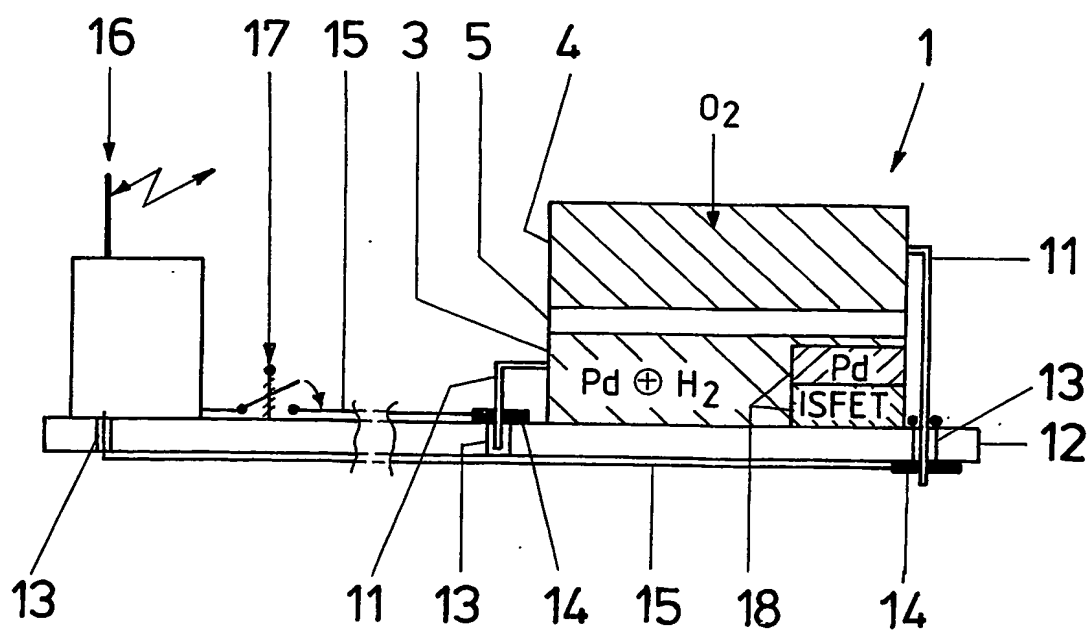
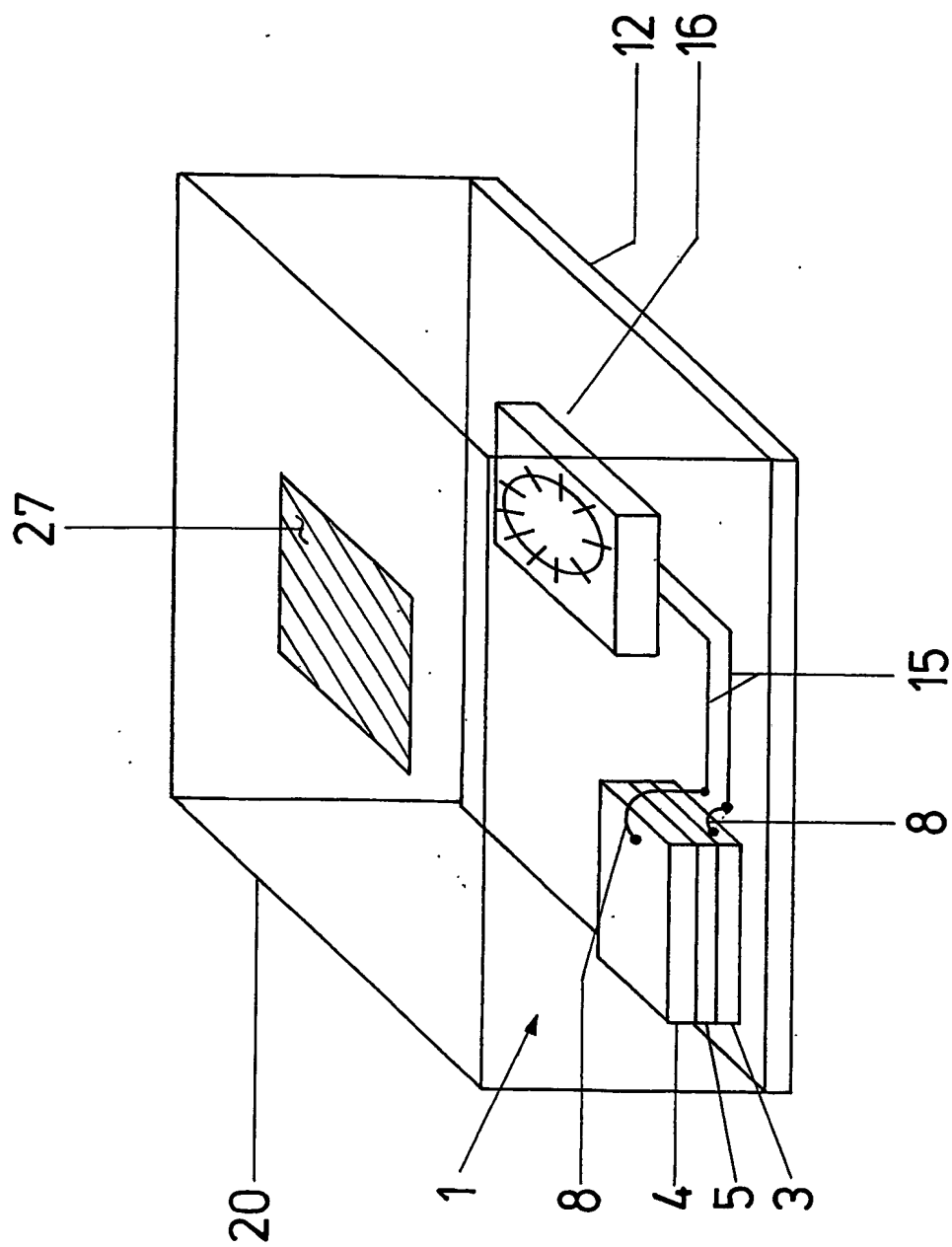


FIG 3



3/3

FIG 4

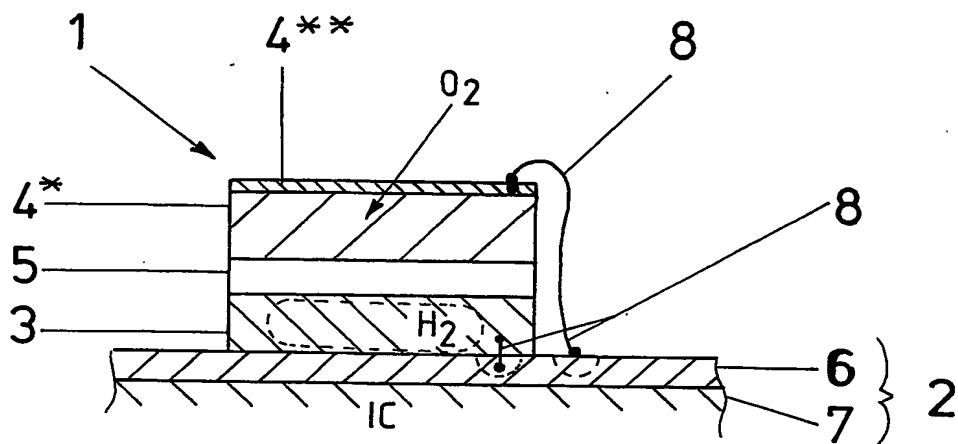
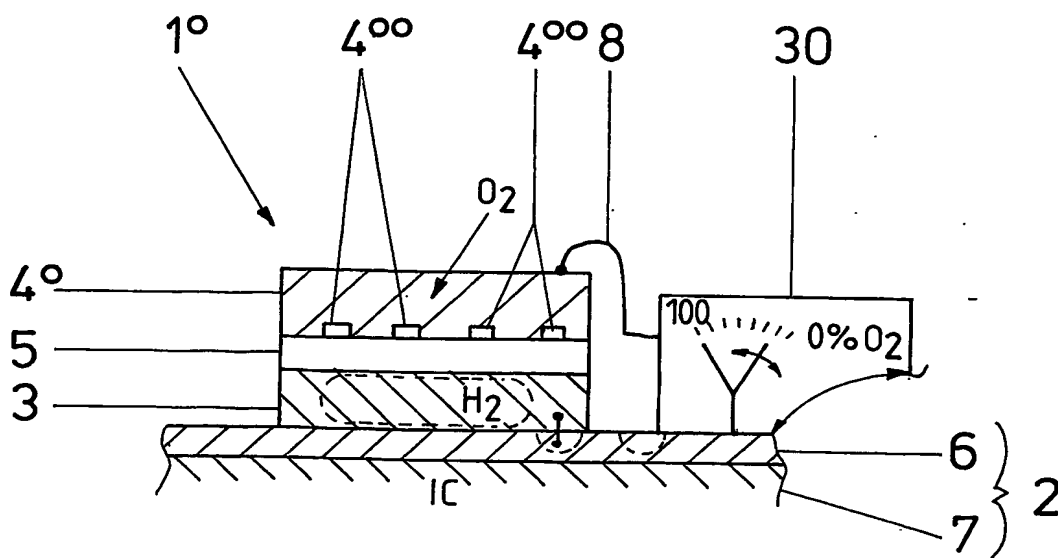


FIG 5



(12) NACH DEM VERTRAG FÜR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT IM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

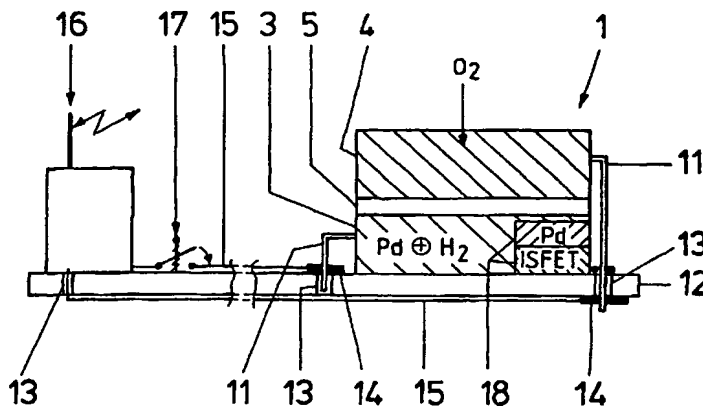
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/051775 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01M 8/02, 4/94, 8/04
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013494
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Dezember 2003 (01.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 55 736.5 29. November 2002 (29.11.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MICRONAS GMBH [DE/DE]; Hans-Bunte-Strasse 19, 79108 Freiburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEHMANN, Mirko [DE/DE]; Runzstr. 71, 79102 Freiburg (DE).
- (74) Anwalt: ROBERT, Göhring; Westphal, Mussnug & Partner, Am Riettor 5, 78048 Villingen-Schwenningen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL CELL WITH FUEL SUPPLY DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLE MIT BRENNSTOFF-BEREITSTELLUNGSEINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell which comprises a first electrode(3) and a second electrode (4), one of which is configured as the cathode and the other as the anode, and a layer (5), permeable at least to protons, that has a catalytic effect or that additionally comprises a catalytic material in the area between the first electrode (3) and the second electrode (4). The fuel cell further has a fuel supply device for supplying a fuel (H<sub>2</sub>), and a reactant supply device for supplying a reactant (O<sub>2</sub>) which reacts with protons from the fuel (H<sub>2</sub>) to generate a current. The fuel supply device and the reactant supply device are disposed on the first electrode's end or the second electrode's end. The aim of the invention is to provide compact fuel cells having a limited current capacity. This aim is achieved in that the fuel (H<sub>2</sub>) for generating a

defined quantity of electricity is integrated into the material of one of the electrodes (3) configured as the fuel supply device (3) and/or into a neighboring layer thereof. Alternatively, the reactant can be correspondingly integrated into a reactant supply device of the above-described type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle mit einer ersten Elektrode (3) und einer zweiten Elektrode (4), von denen eine als Kathode und die andere als Anode ausgebildet ist, - einer zumindest Protonen durchlassenden Schicht (5) mit katalytischer Wirkung oder zusätzlich einem katalytischen Material im Bereich zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4), - einer Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Brennstoffs (H<sub>2</sub>), und - einer Reaktant-Bereitstellungseinrichtung zum Zuführen eines Reaktants (O<sub>2</sub>), welches zur Stromerzeugung mit Protonen aus dem Brennstoff (H<sub>2</sub>) reagiert, wobei Brennstoff-Bereitstellungseinrichtung und Reaktant-Bereitstellungseinrichtung auf der Seite der ersten Elektrode bzw. der Seite der zweiten Elektrode angeordnet sind. Um baulich kleine Brennstoffzellen mit einer begrenzten Stromkapazität bereitstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass der Brennstoff (H<sub>2</sub>) zum Erzeugen einer vorgegebenen Strommenge in dem Material einer der als Brennstoff Bereitstellungseinrichtung (3) ausgebildeten Elektroden (3) und/oder einer dazu benachbarten Schicht integriert ist. Alternativ kann auch das Reaktant entsprechend in eine derartige Reaktant-Bereitstellungseinrichtung eingebracht werden.

WO 2004/051775 A3



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

**Recherchenberichts:**

24. März 2005

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/E/13494

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01M8/02 H01M4/94 H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/098399 A1 (KEPPELER BERTHOLD) 25 July 2002 (2002-07-25)  paragraphs [0011] - [0013], [0017] - [0019], [0023], [0026] - [0029] -----	1,2,4-6, 8,9, 13-19,24
X	US 2001/033959 A1 (VENKATESAN SRINIVASAN ET AL) 25 October 2001 (2001-10-25)  paragraphs [0018], [0022], [0036] - [0038], [0046] - [0051], [0055], [0069], [0070], [0074] -----	1,2,4-6, 8,9, 13-19,24
X	US 3 338 746 A (GEORG TELSCHOW CARL ET AL) 29 August 1967 (1967-08-29) column 2, line 69 - column 3, line 57 column 4, lines 1-12 claim 1 -----	1-6,8,9, 13-19,24
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January 2005

Date of mailing of the international search report

02.02.05

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Götz, H

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Interr  
 PCT/EP  
 Application No  
 13494

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 400 305 A (COFFMAN SAMUEL W) 3 September 1968 (1968-09-03) column 1, lines 12-14 column 1, lines 50-56 column 4, line 60 - column 6, line 36 figure 1 -----	1,2,4-9, 13-19,24
X	US 2001/016283 A1 (HINOKUMA KOICHIRO ET AL) 23 August 2001 (2001-08-23) paragraphs [0028] - [0031], [0041], [0047], [0048], [0087], [0088], [0188], [0268], [0310] figures 42,51,55,61,69,72,76 -----	1-6,8,9, 12,13, 22,23
X	EP 1 037 183 A (E I TECH LTD) 20 September 2000 (2000-09-20) paragraphs [0005] - [0007], [0027] - [0029] figures 1,2 -----	25
X	US 4 164 172 A (ANDERTEN JOHN R ET AL) 14 August 1979 (1979-08-14) column 2, lines 5-37 column 2, line 53 - line 68 -----	25
A	WO 00/38260 A (ROBERGE RAYMOND ; ROSS GUY (CA); CHOUINARD JEAN GUY (CA); POWER ENTERP) 29 June 2000 (2000-06-29) page 3, line 27 - page 6, line 4 -----	1-25



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

**PCT/EP05/13494****Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**SEE SUPPLEMENTAL SHEET**

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒

No protest accompanied the payment of additional search fees.

Box II

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-7, 13-17, 24

The first invention concerns an electrical circuit which is combined with a fuel cell. The fuel cell stores in the electrodes hydrogen as fuel or oxygen as reactant.

2. Claims 1-5, 8, 13-16, 18, 24

The second invention describes an electrically operated device with a control unit for controlling the power flow or energy supply and with an integrated power source. The power source is a fuel cell in which hydrogen as fuel or oxygen as reactant is stored in the electrodes.

3. Claims 1-5, 9-11, 13-16, 19-21, 24

The third invention discloses a fuel cell, a circuit and an electrically operated device with a control unit for activating the electrochemical reaction in the fuel cell or for closing the circuit via the electrodes. The fuel cell stores in the electrodes hydrogen as fuel or oxygen as reactant.

4. Claims 1-5, 12-16, 22-24

The fourth invention discloses a fuel cell, a circuit and an electrically operated device with a fuel sensor or a reactant sensor for determining the quantity of fuel or reactant available. The fuel cell stores in the electrodes hydrogen as fuel or oxygen as reactant.

5. Claim 25

The fifth invention describes a sensor for determining the quantity of fuel or reactant surrounding the sensor and a measuring unit for determining the current intensity or voltage produced by a fuel cell.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 13494

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002098399 A1	25-07-2002	EP 1217679 A1	26-06-2002
US 2001033959 A1	25-10-2001	US 6447942 B1	10-09-2002
		BR 0207764 A	27-04-2004
		CA 2438261 A1	12-09-2002
		EP 1364421 A1	26-11-2003
		JP 2004523072 T	29-07-2004
		MX PA03007829 A	08-12-2003
		TW 563269 B	21-11-2003
		WO 02071517 A1	12-09-2002
		US 2002187394 A1	12-12-2002
		US 2003027034 A1	06-02-2003
		US 2003039879 A1	27-02-2003
		US 2003059664 A1	27-03-2003
		US 2004053109 A1	18-03-2004
		US 2004053110 A1	18-03-2004
		US 2004131906 A1	08-07-2004
		AU 4737701 A	24-09-2001
		BR 0109206 A	17-12-2002
		CA 2403213 A1	20-09-2001
		CN 1429415 T	09-07-2003
		EP 1266415 A1	18-12-2002
		JP 2003526890 T	09-09-2003
		MX PA02009033 A	12-02-2003
		TW 531920 B	11-05-2003
		WO 0169701 A1	20-09-2001
		US 2003207175 A1	06-11-2003
		US 6492056 B1	10-12-2002
		US 2002064709 A1	30-05-2002
US 3338746 A	29-08-1967	CH 402091 A	15-11-1965
		AT 243883 B	10-12-1965
		BE 648481 A	16-09-1964
		DE 1280361 B	17-10-1968
		FR 1397676 A	30-04-1965
		GB 1018345 A	26-01-1966
		NL 6403627 A	01-12-1964
US 3400305 A	03-09-1968	NONE	
US 2001016283 A1	23-08-2001	AU 6878100 A	10-04-2001
		CA 2384359 A1	15-03-2001
		CN 1378521 T	06-11-2002
		EP 1219567 A1	03-07-2002
		WO 0117900 A1	15-03-2001
EP 1037183 A	20-09-2000	EP 1037183 A2	20-09-2000
		IE 20000164 A2	01-11-2000
		IE 20000165 A1	15-11-2000
US 4164172 A	14-08-1979	CA 1150801 A1	26-07-1983
WO 0038260 A	29-06-2000	US 6028414 A	22-02-2000
		AU 1851400 A	12-07-2000
		WO 0038260 A1	29-06-2000
		EP 1151489 A1	07-11-2001
		JP 2002533876 T	08-10-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inten ☐ es Aktenzeichen

PCT/EP 13494

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01M8/02 H01M4/94 H01M8/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/098399 A1 (KEPPELER BERTHOLD) 25. Juli 2002 (2002-07-25)  Absätze '0011! - '0013!, '0017! - '0019!, '0023!, '0026! - '0029! -----	1, 2, 4-6, 8, 9, 13-19, 24
X	US 2001/033959 A1 (VENKATESAN SRINIVASAN ET AL) 25. Oktober 2001 (2001-10-25)  Absätze '0018!, '0022!, '0036! - '0038!, '0046! - '0051!, '0055!, '0069!, '0070!, '0074! -----	1, 2, 4-6, 8, 9, 13-19, 24
X	US 3 338 746 A (GEORG TELSCHOW CARL ET AL) 29. August 1967 (1967-08-29) Spalte 2, Zeile 69 - Spalte 3, Zeile 57 Spalte 4, Zeilen 1-12 Anspruch 1 -----	1-6, 8, 9, 13-19, 24
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10.02.05

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Götz, H

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESCHENNE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch N r.
X	US 3 400 305 A (COFFMAN SAMUEL W) 3. September 1968 (1968-09-03) Spalte 1, Zeilen 12-14 Spalte 1, Zeilen 50-56 Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 6, Zeile 36 Abbildung 1	1,2,4-9, 13-19,24
X	US 2001/016283 A1 (HINOKUMA KOICHIRO ET AL) 23. August 2001 (2001-08-23)  Absätze '0028! - '0031!, '0041!, '0047!, '0048!, '0087!, '0088!, '0188!, '0268!, '0310! Abbildungen 42,51,55,61,69,72,76	1-6,8,9, 12,13, 22,23
X	EP 1 037 183 A (E I TECH LTD) 20. September 2000 (2000-09-20) Absätze '0005! - '0007!, '0027! - '0029! Abbildungen 1,2	25
X	US 4 164 172 A (ANDERTEN JOHN R ET AL) 14. August 1979 (1979-08-14) Spalte 2, Zeilen 5-37 Spalte 2, Zeile 53 - Zeile 68	25
A	WO 00/38260 A (ROBERGE RAYMOND ; ROSS GUY (CA); CHOUINARD JEAN GUY (CA); POWER ENTERP) 29. Juni 2000 (2000-06-29) Seite 3, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 4	1-25

**Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

**Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Die Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☒ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7, 13-17, 24

Die erste Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Schaltung, die mit einer Brennstoffzelle kombiniert ist. Die Brennstoffzelle speichert den Brennstoff Wasserstoff oder den Reaktant Sauerstoff in den Elektroden.

---

2. Ansprüche: 1-5, 8, 13-16, 18, 24

Die zweite Erfindung beschreibt eine elektrisch betriebene Vorrichtung mit einer Steuereinrichtung zum Steuern eines Stromflusses oder einer Energiezufuhr und einer integrierten Stromquelle. Die Stromquelle ist eine Brennstoffzelle, bei der der Brennstoff Wasserstoff oder der Reaktant Sauerstoff in den Elektroden gespeichert sind.

---

3. Ansprüche: 1-5, 9-11, 13-16, 19-21, 24

In der dritten Erfindung werden eine Brennstoffzelle, Schaltung bzw. eine elektrisch betriebene Vorrichtung mit einer Steuereinrichtung zum Aktivieren der elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle oder zum Schliessen des Stromkreises über die Elektroden offenbart. Die Brennstoffzelle speichert den Brennstoff Wasserstoff oder den Reaktant Sauerstoff in den Elektroden.

---

4. Ansprüche: 1-5, 12-16, 22-24

Die vierte Erfindung offenbart eine Brennstoffzelle, Schaltung bzw. elektrisch betriebene Vorrichtung mit einem Brennstoff-Sensor oder einem Reaktant-Sensor zur Bestimmung der verfügbaren Brennstoffmenge oder Reaktantmenge. Die Brennstoffzelle speichert den Brennstoff Wasserstoff oder den Reaktant Sauerstoff in den Elektroden.

---

5. Anspruch: 25

Die fünfte Erfindung beschreibt einen Sensor zum Bestimmen der Menge eines Brennstoffs oder Reaktants in der Sensorumgebung und einer Messeinrichtung zum Bestimmen der durch eine Brennstoffzelle erzeugten Stromstärke oder Spannung.

---

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern:

s Aktenzeichen

PCT/EP 13494

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002098399 A1	25-07-2002	EP 1217679 A1	26-06-2002
US 2001033959 A1	25-10-2001	US 6447942 B1	10-09-2002
		BR 0207764 A	27-04-2004
		CA 2438261 A1	12-09-2002
		EP 1364421 A1	26-11-2003
		JP 2004523072 T	29-07-2004
		MX PA03007829 A	08-12-2003
		TW 563269 B	21-11-2003
		WO 02071517 A1	12-09-2002
		US 2002187394 A1	12-12-2002
		US 2003027034 A1	06-02-2003
		US 2003039879 A1	27-02-2003
		US 2003059664 A1	27-03-2003
		US 2004053109 A1	18-03-2004
		US 2004053110 A1	18-03-2004
		US 2004131906 A1	08-07-2004
		AU 4737701 A	24-09-2001
		BR 0109206 A	17-12-2002
		CA 2403213 A1	20-09-2001
		CN 1429415 T	09-07-2003
		EP 1266415 A1	18-12-2002
		JP 2003526890 T	09-09-2003
		MX PA02009033 A	12-02-2003
		TW 531920 B	11-05-2003
		WO 0169701 A1	20-09-2001
		US 2003207175 A1	06-11-2003
		US 6492056 B1	10-12-2002
		US 2002064709 A1	30-05-2002
US 3338746 A	29-08-1967	CH 402091 A	15-11-1965
		AT 243883 B	10-12-1965
		BE 648481 A	16-09-1964
		DE 1280361 B	17-10-1968
		FR 1397676 A	30-04-1965
		GB 1018345 A	26-01-1966
		NL 6403627 A	01-12-1964
US 3400305 A	03-09-1968	KEINE	
US 2001016283 A1	23-08-2001	AU 6878100 A	10-04-2001
		CA 2384359 A1	15-03-2001
		CN 1378521 T	06-11-2002
		EP 1219567 A1	03-07-2002
		WO 0117900 A1	15-03-2001
EP 1037183 A	20-09-2000	EP 1037183 A2	20-09-2000
		IE 20000164 A2	01-11-2000
		IE 20000165 A1	15-11-2000
US 4164172 A	14-08-1979	CA 1150801 A1	26-07-1983
WO 0038260 A	29-06-2000	US 6028414 A	22-02-2000
		AU 1851400 A	12-07-2000
		WO 0038260 A1	29-06-2000
		EP 1151489 A1	07-11-2001
		JP 2002533876 T	08-10-2002